

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-025269

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

(21)Application number : 09-177088

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 02.07.1997

(72)Inventor : KATAOKA HISANORI

KANO HIROSHI

SAIJO ATSUO

SUZUKI RYUJI

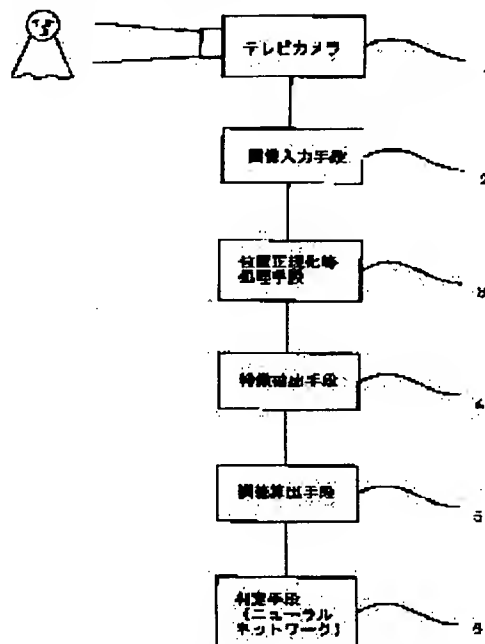
OSUMI MASATO

(54) FACIAL PICTURE RECOGNIZING DEVICE AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a facial picture by using a specific vector obtained by KL development of plural facial pictures.

SOLUTION: This device is provided with a picture inputting means 2 which inputs the facial picture of an objective person, a position normalization processing means 3 which operates normalization related with the position and size of the inputted picture, a feature extracting means 4 which operates the calculation of the coefficient of a specific vector by KL development from the facial picture processed by the processing means 3, a means 5 which allows a neural network to learn the coefficients of the specific vectors of all the facial pictures, and a judging means 6 which determines whether or not this is the facial picture obtained by inputting the coefficient of the specific vector of an unknown picture to the learned neural network. In this case, the neural network is allowed to input and learn the coefficient of the specific vector of the processed facial picture, and this learned neural network is allowed to input the coefficient of the specific vector of an unknown picture and output whether or not this is the facial picture.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-25269

(43)公開日 平成11年(1999)1月29日

(51)IntCl.

G 0 6 T 7/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/70

4 6 5 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-177088

(22)出願日 平成9年(1997)7月2日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成9年3月10日
電気学会全国大会委員会発行の「平成9年電気学会全国
大会 講演論文集 3」に発表

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 片岡 久典

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 蚊野 浩

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 西條 淳夫

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 安富 耕二 (外1名)

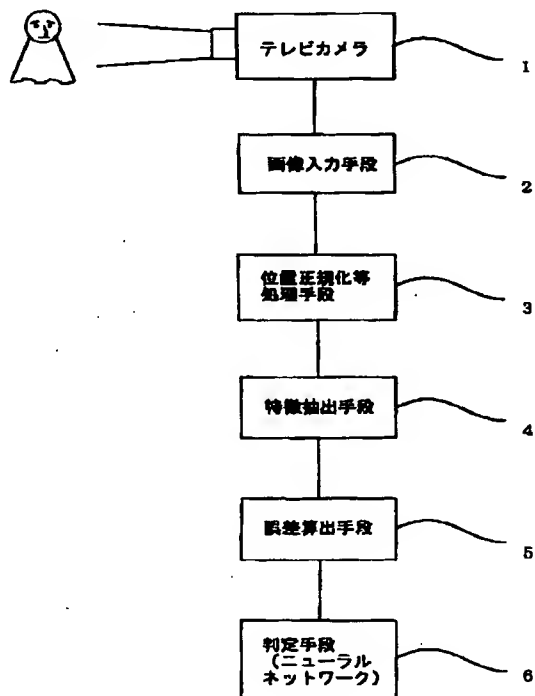
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 顔画像認識装置及びその方法

(57)【要約】

【課題】 多数の顔画像をKL展開して得られる固有ベクトルを用いて、顔画像の検出を目的とする。

【解決手段】 対象人物の顔画像の入力処理を行う画像入力手段と、入力された画像の位置・大きさに関する正規化等を行う位置正規化等処理手段と、該処理手段によって処理された顔画像からKL展開による固有ベクトルと係数の計算等を行う特徴抽出手段と、すべての顔画像の固有ベクトルの係数をニューラルネットワークに学習させる手段と、学習したニューラルネットワークに未知画像の固有ベクトルの係数を入力することにより顔画像か否かの判定を行う判定手段とよりなり、処理した顔画像の固有ベクトルの係数を入力としてニューラルネットワークに学習させ、未知画像の固有ベクトルの係数をその学習されたニューラルネットワークの入力としてこの顔画像か否かを出力させることを特徴とする顔画像認識装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象人物の顔画像の入力処理を行う画像入力手段と、入力された画像の位置・大きさに関する正規化等を行う位置正規化等処理手段と、該処理手段によって処理された顔画像からKL展開による固有ベクトルと係数の計算等を行う特徴抽出手段と、すべての顔画像の固有ベクトルの係数をニューラルネットワークに学習させる手段と、学習したニューラルネットワークに未知画像の固有ベクトルの係数を入力することにより顔画像か否かの判定を行う判定手段とよりなる顔画像認識装置。

【請求項2】 対象人物の画像を取り込み、この画像に正規化、平滑化、圧縮化等の処理を施し、処理後の画像をKL展開してその固有ベクトルと係数を求め、処理した顔画像の固有ベクトルの係数を入力としてニューラルネットワークに学習させ、未知画像の固有ベクトルの係数をその学習されたニューラルネットワークの入力としてこの顔画像か否かを出力させることを特徴とする顔画像認識方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力された画像を予め算出しておいた顔画像の特徴量と比較して顔画像か否かの認識を行う顔画像認識装置及びその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】画像処理を用いたセキュリティシステムなどにおいては、撮影した自然画像から、人間・自動車などの特定の対象物を検出することが重要である。

【0003】従来、対象物の形状が固定していれば、そのテンプレート画像を作成し、入力画像をサーチすることにより対象物を検出することが可能である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、人間の顔などのように、対象物の形状が固定しない場合、非常に多数のテンプレートを作成しなければならず、他の方法を用いる必要がある。

【0005】そこで、本発明は係る問題点を鑑み、多数の顔画像をKL展開して得られる固有ベクトルを用いた顔画像の検出を目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、対象人物の顔画像の入力処理を行う画像入力手段と、入力された画像の位置・大きさに関する正規化等を行う位置正規化等処理手段と、該処理手段によって処理された顔画像からKL展開による固有ベクトルと係数の計算等を行う特徴抽出手段と、すべての顔画像の固有ベクトルの係数をニューラルネットワークに学習させる手段と、学習したニューラルネットワークに未知画像の固有ベクトルの係数を入力することにより顔画像か否かの判定を行う判定手段

とよりなる顔画像認識装置である。

【0007】また本発明は、対象人物の画像を取り込み、この画像に正規化、平滑化、圧縮化等の処理を施し、処理後の画像をKL展開してその固有ベクトルと係数を求め、処理した顔画像の固有ベクトルの係数を入力としてニューラルネットワークに学習させ、未知画像の固有ベクトルの係数をその学習されたニューラルネットワークの入力としてこの顔画像か否かを出力させることを特徴とする顔画像認識方法である。

【0008】

【発明の実施の形態】以下本発明の顔画像認識装置及び方法を図面の一実施例について詳細に説明する。

【0009】図1に本実施例のハード構成概略図を示す。同図において、1は人物の顔画像を撮影するCCD等を用いたテレビカメラ、2は該テレビカメラ1によって撮像された画像を入力する画像入力手段、3は入力された画像データに基づいて位置正規化等を行う処理手段、4は処理後の画像データに基づいて特徴を抽出する特徴抽出手段、5は得られた特徴データと顔画像データとの誤差を算出する誤差算出手段、6は算出された誤差に基づいて顔画像か否かを判定する判定手段である。

【0010】次に、上記のハードを用いた認識方法について図2のフローチャートに基づき説明する。電子情報通信学会論文誌Vol. J77-D-11, 2179-2187(1994)村瀬 洋、シュリー ナイヤー著に述べられているように類似した画像の集合はKL展開を用いて最適に圧縮することができ、このときもとの画像は、画像集合の共分散行列の固有ベクトルとその係数の線形和によって表現できる。

【0011】従って未知の画像について、固有ベクトルの係数を計算することにより、類似した画像の検出が可能である。ここで、KL展開についてその原理を説明する。

【0012】昨今、2次元平面において回転した画像の回転角度を検出する方法としては、いくつかの方法が使われている。第1の方法としては、対象画像の特徴部分（例えば直線状の部分）に着目し、回転角度を検出するものがある。この方法は簡単で高速に行えるが、特徴部分がないと難しく、また同じような特徴部分がいくつかあるとアルゴリズムを工夫しなければならない。

【0013】第2の方法としては、何枚かの回転した画像を用意し、正規化相互相関を行い、最も相関値の高い画像の回転角度を対象画像の回転角度とするものがある。この方法では用意する回転角度を多く用意しないと、正確な角度検出は難しく、計算時間もかかる。

【0014】ところで、画像圧縮の一つであるKL展開を利用して、人間の顔画像の回転角度が比較的簡単に精度よく、計測できることがわかった。KL展開は、n枚の画像を統計処理し、n個の主成分を求め、そのうちの重みの大きいm個の主成分の線形和で、元の画像を表現

するものである。

【0015】具体的手順は次のようになる。まず、1枚の顔画像を回転角度 r ずつ回転させ、図2に示すように n 枚の回転顔画像を作成する。

【0016】次に図3に示すように前記図2の各回転顔画像を1列、 $k \times k$ 行のベクトル X_j で表わす。そして、各回転顔画像ベクトルを数1に基づいて正規化する。

$$C = (X_1 + X_2 + \dots + X_n) / n$$

$$X_j = X_j - C$$

$$X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

【0020】ここで、画像集合の共分散行列 Q を数3により求め、この行列式 Q の固有ベクトル e_i を求める。

$$Q = X X^T \quad (X^T \text{は} X \text{の転置行列})$$

$$\lambda, e_i = Q e_i$$

【0022】そして前記固有ベクトル e_i を基底ベクトルとして、入力画像を表現すると、画像データを効率よく表現できる。このとき固有ベクトル e_i は n 個できるが、固有値 λ_i の大きいものほど入力画像の主成分を表わしている。

【0023】そこで基底ベクトル(固有ベクトル)のう

$$e_j = [e_1, e_2, \dots, e_m]^T \cdot X_j$$

【0025】このようにして入力画像はKL展開され、 m 個の基底ベクトルの空間に投影される。そして図4に示すように n 枚の回転画像の投影点を結ぶと、この空間上で1つの閉曲線を描く。

【0026】本実施例は斯かる方法を、顔画像の検出に応用したものであり、多数の顔画像から固有ベクトルとその係数を計算し、次に未知画像の係数を求めて顔画像の係数と比較することにより顔であるかどうかの判定を行うことを基本とする。

【0027】本実施方法では顔画像集合の前処理から先に行われる。即ち顔画像集合をKL展開する前に次のような処理を行った。

(ステップS1) 顔の位置と大きさを正規化するために、画像サイズが 192×192 、両目の間隔が128画素、両目を結ぶ線が水平に顔の中心(両目の中心と唇の中間位置)が顔画像の中心になるように画像を変換する。

【0028】(ステップS2) 肌の色や、全体的な輝度変化を補正するために、上記顔画像のヒストグラムを平滑化する。

【0029】(ステップS3) 照明の当り具合による影の影響を除去するために、前記 192×192 画素の切り出し画像のシェーディング状態を全体の濃淡を一次関数で近似して補正する。

【0030】(ステップS4) 前記切り出し画像を 16×16 画素に圧縮し、顔画像の明るさを均一にするために正規化する。

【0031】(ステップS5) 顔画像集合の固有ベクトル

【0017】

【数1】

$$X_j = X_j / \|X_j\|$$

【0018】次に各回転画像ベクトルから、平均の顔画像ベクトルを引く。そして X_j を n 列並べて、数2に示すように行列 X を作成する。

【0019】

【数2】

【0021】

【数3】

ち、重み(固有値)の大きいものを m 個選ぶ。後は各回転画像 X_j の基底ベクトルの成分 g_j を求めればよい。これは X_j が長さ1に正規化されていることから数4に示すように内積を計算することにより行われる。

【0024】

【数4】

と係数の計算を行う。まず顔画像の平均顔画像を求める。即ち、顔画像の集合をKL展開し固有ベクトルを計算すると各顔画像 F_p は数5のように、平均顔画像及び固有ベクトルと係数で表現できる。

【0032】

【数5】

$$F_p = F^* + C$$

$$F^* = \sum_{i=0}^n a_{pi} \cdot e_i$$

【0033】ここで F_p は p 番目の顔の画像で、 C は平均顔画像、 a_{pi} は係数を表わし、 e_i は固有ベクトルを表わす。また、 n は学習に用いた画像集合の数を表わす。固有ベクトルが張る空間において、顔画像の固有ベクトルの係数は図6のように分布する。ただし図6においては固有値の一番大きい第1固有ベクトル e_0 を横軸に、固有値の2番目に大きい第2固有ベクトル e_1 を縦軸にし、その他の固有ベクトルは省略している。

【0034】(ステップS6) 未知の顔画像を前記ステップS5で計算した固有ベクトル空間上で表わす。即ち数6に示すように、未知画像を固有ベクトルの線形和で表わしその係数を求める。固有ベクトルは正規直交しているので、未知画像と固有ベクトルとの内積を計算することにより、係数を求めることができる。

【0035】

【数6】

$$X' = \sum_{i=0}^n b_i \cdot e_i$$

【0036】ここで X' は未知画像を正規化し、顔の平均画像を引いたもので、 b_j は係数を表わし、 e_i は固有ベクトルを表わす。さらに n は学習に用いた画像集合の数を表わす。

【0037】また、 C は平均顔画像、 D はその他の部分、 X は未知画像を表わす。

(ステップS7) 顔画像の判定は次の3つの判断基準を用いて、KL展開した未知画像が顔であるか否かの判断を行う。

1. 係数の二乗誤差

もし、未知画像が顔であれば、前に求めた顔画像の係数と近い値となる。よって、未知画像 X の係数とすべての顔画像 F_p の係数の二乗誤差 D_p を数7により計算し、 D_p の最小値が閾値以下であれば未知画像 X を顔と判断する。

【0038】

【数7】

$$D_p = \sum_{i=0}^n (b_i - a_{pi})^2$$

【0039】このとき、KL展開の周知の理論により、固有値の大きい固有ベクトルほど、顔画像を表現するのに重要であるので、固有値の大きい固有ベクトルの係数を比較すればよい。

2. KL展開画像と原画像の二乗誤差

係数の二乗誤差を判断基準とする場合、 m 個の固有ベクトルの係数を比較しただけなので、 $m+1 \sim n$ の固有ベクトル係数が顔画像の係数と大きく異なっている場合があり、顔であるかどうかを判断するには十分ではないこともある。

【0040】そこで、未知画像が顔画像であれば、固有ベクトルの線形和で十分近似できるはずだから、KL展開した未知画像(m 個の固有ベクトルの線形和で表わした画像)とKL展開しない未知画像の濃淡値の二乗誤差を計算して判断すればよい。

3. 平均顔画像との二乗誤差

未知画像が顔であれば、顔平均画像と近い画像になると考えられる。よって数8に示すように、未知画像と顔平

均画像との濃淡値の二乗誤差 α を計算し、平均顔画像から離れた画像は顔でないことを判断基準とすればよい。

【0041】

【数8】

$$\alpha = \|X - C\|^2$$

【0042】いずれの判断基準にしても、誤差の閾値を適当に選べば、顔を検出できる。ところで、前記図6における F'_p 、即ち前記数5における F_p は顔画像の枚数だけあるので、顔画像が多くなると計算が大変である。

【0043】そこで、バックプロパゲーションタイプのニューラルネットに F'_p の分布を学習させ、学習によって得られたニューラルネットワークに未知画像の固有ベクトルの係数を入力し、出力として顔画像か否かの判定結果を得る方法を用いることにより、判定に必要な計算時間を大幅に短縮することができる。

【0044】

【発明の効果】本発明は以上の説明のように、KL展開を用いた顔画像認識において、顔画像の固有ベクトルの線形和を入力としてバックプロパゲーションタイプのニューラルネットワークによって、その分布を学習させることにより、該学習されたニューラルネットワークによって未知画像の顔画像に対する判定をより短い時間で精度よく判定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明装置のハード構成を示す概念図である。

【図2】KL展開の回転顔画像を示す図である。

【図3】回転顔画像と回転顔画像ベクトルとの関係を示す図である。

【図4】空間上でKL展開された顔画像を示す図である。

【図5】本発明方法を説明するフローチャートである。

【図6】 F'_p の分布を示す図である。

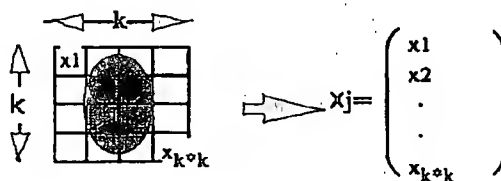
【符号の説明】

- 1 テレビカメラ
- 2 画像入力手段
- 3 位置正規化等処理手段
- 4 特徴抽出手段
- 5 誤差算出手段
- 6 判定手段

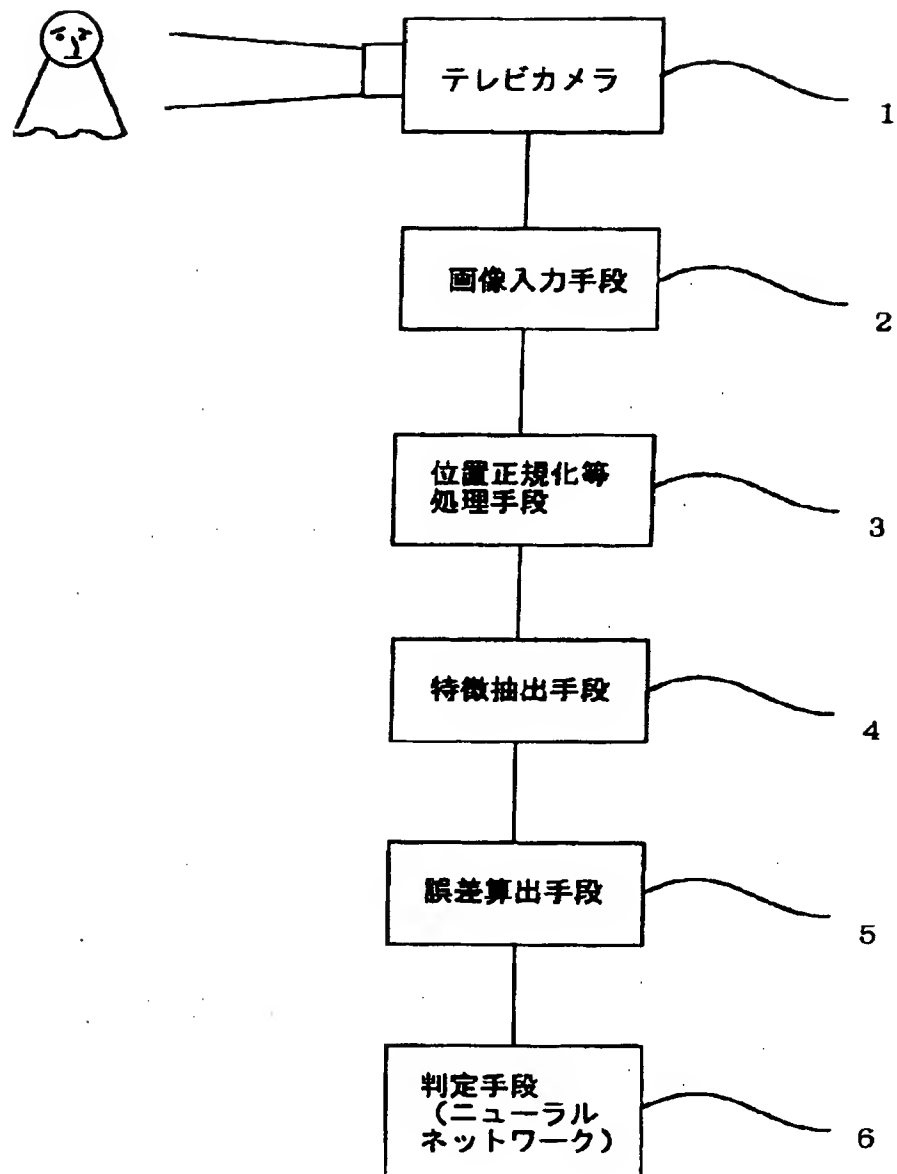
【図2】



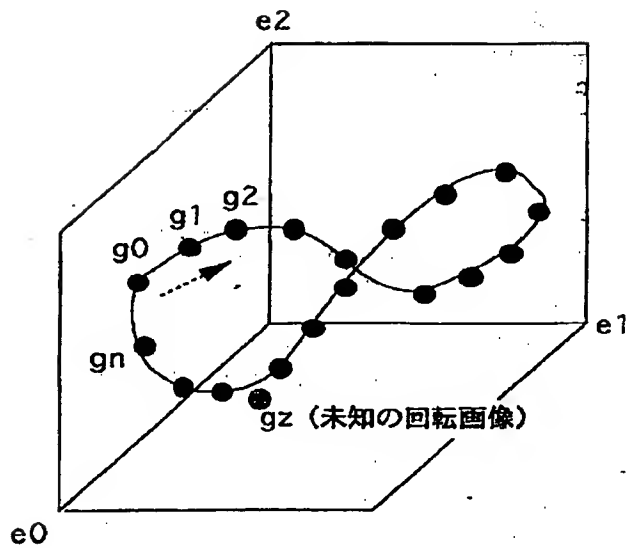
【図3】



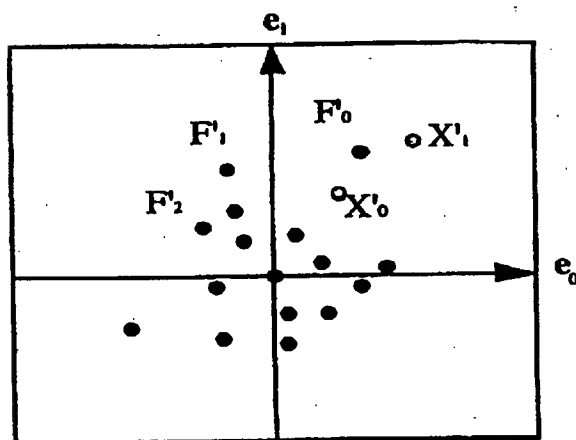
【図 1】



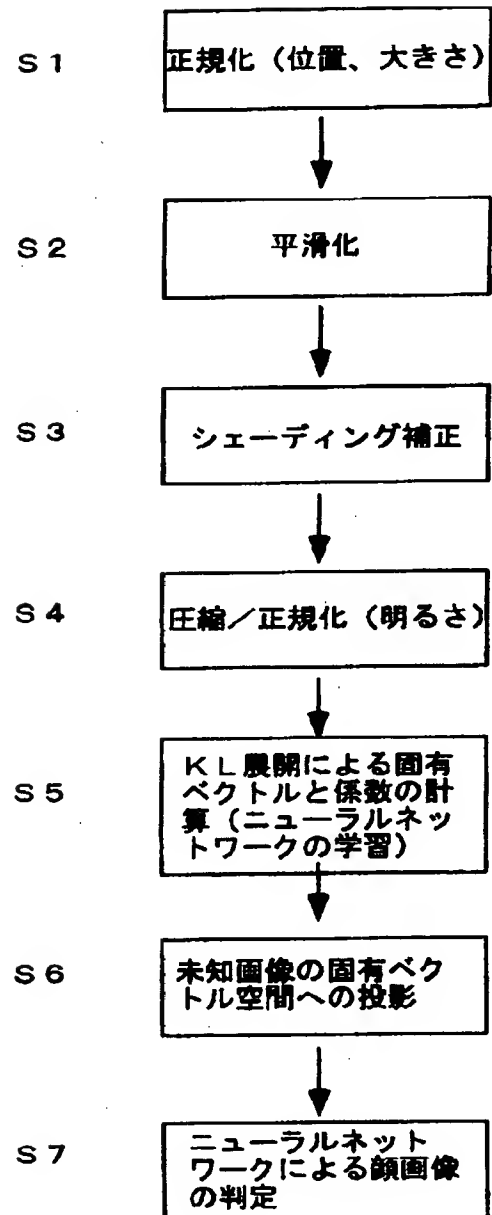
【図 4】



【図 6】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 龍司
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 大隅 正人
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内